北大微讲堂：创新和技术发展

陈十一

VISIT…

LANZAROTE

Caliente.COM

北大微讲堂:创新和技术发展

陈十一

VISIT...

LANZAROTE Caliente.com

- 正文
- 附录

正文

我感觉，或者说我现在充分相信，在中国念硕士、博士，包括在座的各位，你们应该是很有信心。我个人感觉，今后我们的水平是不应该比国外差的。我可以讲两个课题。

第一个课题，比如“中美研究生教育的比较”。如果同学们有兴趣，四月份可以去国关学院，我要去做“中美研究生的比较”这样一个讲座。我在美国做系主任、做教授，做了很多年；在中国也做了很多年，对两者之间的差异还是比较了解的。

第二个课题，我刚才在想，我能不能给大家讲讲去美国留学的经

验。我在美国待了二十多年，实际上真的有这么比较完美的，或者说是完备的生活。我在美国的实验室national lab(国家实验室)做过，它这个实验室和中国各科学院一样；我在美国的企业也做过，是在IBM做——我刚才看到有些同学是信息学院的，我想你大概会比较喜欢我讲的，因为我有很多IBM的经历；我也在大学做过教授。

所以，我本来想给大家做一个介绍留学经验的课题演讲，但后来我想还是介绍这个课题比较好。因为这个课题讲“创新以追求发展”。现在我们工学院跟北大整体的思维，我个人感觉是比较吻合的。我首先讲，我去美国做什么？我在美国待过三个地方，我从三个地方可以学到它不同创新的东西。

第一个大家看到了这是los Alamos(洛斯阿拉莫斯)，大家以为这是新墨西哥州的沙漠里，不是的。这个大概有五千英尺到六千英尺的Canyon（峡谷），大家知道不知道这个字，Canyon，它的意思就是在高山中很平的一片；Grand Canyon（科罗拉多大峡谷）是美国最大的大峡谷，Canyon就是峡谷的意思。这是它的实验室，非常的漂亮。我告诉大家，当初怎么选了los Alamos，大家应该都知道洛斯阿拉莫斯国家实验室是做什么的，为什么呢？因为这一个瘦子和一个胖子在那个地方。瘦子和胖子是干什么的？有没有人知道？其实他们是当初在日本爆炸的原子弹的模型。这也其实就是我刚去美国时的工作——在美国的核武器基地做研究。这是瘦子和胖子，帮助世界和平。当然现在大家都很担心，日本的核反应堆的一些问题，当然会有很大的问题，但不会像二战在日本爆炸的原子弹那样造成非常大的灾难。

接下来，我们转回洛斯阿拉莫斯国家实验室当初怎么选址的问题上，我告诉大家一个story，大家都知道当初选址就是要保密。首先不能由港口登陆，所以去墨西哥找一个内地；第二说要远离人，得在高山上；第三，也是最重要的，实验室的第一任主任是Oppenheimer（奥本海默），因为他小的时候参加的童子军在那里活动过，他对那个地方非常熟悉，所以他就选了那个地方。最后我还要告诉大家一个很有意思的事情：实际上在二战的时候，所有的科学家只有一个通信地址新墨西哥州，圣塔菲市，邮箱1663；比如纽约和新

墨西哥的科学家用的是同一个地址，寄信的时候是寄到纽约还是寄到墨西哥？同一个地址，给人感觉不是在那个地方，这是一个非常有意思的。但是你想想创新，当时这里集聚了全世界，包括美国跟欧洲一批最好的科学家，主要是美国的，把原子弹给造出来，帮助结束了这场战争。我想说明什么问题？尽管这是美国的例子，但“创新帮助世界和平的存在”。

接下来是我想告诉大家的第二个例子。

我后来去了IBM，这是IBM的华盛顿研究所，这是从外面看非常漂亮的一个半弧形，到里面看这是一个走廊，这是一个非常关注研究的地方。我想告诉大家一个很有意思的事情就是IBM的创新在什么地方？大家记得不记得“Deep Blue beat Garry. Kasparov in 1997”是做什么的？就是1997年，人类首次用计算机挑战苏联当时的国际象棋冠军。这是IBM，这是一个人捧着头做在那里——是苦思冥想的世界冠军和他看不见的一个计算机的斗争，最后计算机终于打败人类的思维！因此可以说创新可以改变世界！我再告诉大家一个小插曲，当我看见这台计算机赢了以后，我就跟IBM我的manger讲：能不能给造一个计算机跟中国的围棋打打看。然后他们觉得围棋太难，机器顶不了。到目前为止，我听说计算机的围棋段数还不是很高。我是围棋二段，在座有人是业余二段，不是专业二段。如果对围棋有兴趣，哪一天有时间我跟你们切磋一下。我相信我们大概也打不过计算机，但是计算机现在为止还打不过九段的。这说明什么？创新改变人类的生活，改变思维。

最后一个，大家看这是非常beautiful campus（漂亮的校园），Johns Hopkins University，我在那里做研究，待了十多年。大家看，这是我在的办公室，在二楼的这个角落，这是非常老的一座楼，非常老，上百年了；这是它的医学院，非常有名。我为什么要给大家举这个例子呢？是最近在网上非常流行的他们学校校长5月27号做的毕业词Commencement Speech，大家可以到网上去看。这个我当时不知道，是我一个在美国的朋友寄给我的。他说陈教授你要不要看一看，讲Hopkins校长的speech。我看了以后非常感动，我今天想跟大

家分享一下，创新是如何改变生活的。

Johns Hopkins的校长叫容纳德·丹尼斯，他是加拿大人。在他去Johns Hopkins University之前，他是宾斯法尼亚大学的副校长和教务长，非常有学名的学者。就职一年后，他被诊断出患有胰腺癌。胰腺癌是非常难治的，他在speech中讲，he felt very bad，他感觉非常差，but he felt very lucky，为什么？在Johns Hopkins，他找到了一位教授。这位教授经过40年的努力，大家注意了，是40年的努力，直到他去Johns Hopkins的半年前，才确信胰腺癌可以做开刀手术，而且全世界就他一个人能做、能根治。最后他把这个故事在毕业典礼上告诉了大家，鼓励学生要创新。这位教授在一生之中就做了一件事情——当大家告诉他没有希望，胰腺癌开刀成功的机率很低时，他没有放弃，而是经过非常艰苦的四十年奋斗，终于成功实现了用手术根治胰腺癌。当我看了他的这个报告，Commencement Speech，以后，我特别有感触。这就是说创新、创造可以改变人生的，创造可以拯救人的生命。

我今天给大家的第一个信息：这个世界需要我们创造，需要我们北大的学生去创造。我讲三个例子，围着我的轨迹走。我去美国待了三个地方，最后还是回北大了：我从北大出去，转了一圈还是回来了，但这个过程使我学到很多的东西。回到北大，这是北大的hero，王选；beautiful campus（美丽的校园）。，我发现北大的历史跟中华民族的命运是结合在一起，我们也有伟大的科学家，我们的激光排版对中国做了很大的贡献。我们知道方正对中国做了很大的贡献，据说方正集团每一年的产业值据说有300-500个亿，是全中国其他大学所有产学院的总合——这是我前几年的信息，也许不是很准确。并不是大学没有创造，我们也有创造的。我看看人类的创造在什么地方？

我很喜欢看discovery channel（探索与发现频道），大家喜欢不喜欢看discovery channel，文科的同学们也得看一看。有的时候我看discovery channel，会发现它给大家看很多有意思的动物世界，沙漠里的小动物如何survive（生存），海底下的鱼如何survive等等很有意思。

这个A Brief History of modern technology的历史大概是从1705年开始的。从这张表大家不难发现watt（瓦特），我标在这里红色的，发明了蒸汽机，改变了整个世界，Telegraph （电报）是在1793年；First battery（第一个电池）；First steam locomotive（第一台蒸汽车）；再看看1886年Karl Benz发明了世界上的第一辆车。我女儿回中国以后在奔驰打工，she is very proud of Benz，她说我们是第一个造汽车的。这是first abnormal，next one我想告诉大家的是"Z3", the first functioning computer。

大家知道现在的计算机的计算速度是多少？我们北大的陈旭老师讲说大概是每秒10的9次方赫兹。1941年第一台计算机的速度是五到十个赫兹，是很慢的。那个计算机不是用Transistor（晶体管），那它是用什么做的？calculate（计算）！在座的可能不知道以前是用卡计算的，我念大学的时候，找一张一张卡，将数据输给它，然后用光把它读进计算机里，计算机再帮你算。现在大家都不需要这个。

据说有一个故事，1941年他们就开始做计算机。这是一家公司做的，这个机器现在慕尼黑放着，当时他就让政府给钱。当时正好是二战的时候，德国政府说你的研究跟我们国家现在的战争没有关系，不给钱。我开个玩笑，也许如果当初found这个（给这个项目基金）的话，就能够帮助他计算。大家都知道二战的时候，德国当时想造原子弹，后来没造出来，我开个玩笑，如果计算机发达了，算的方向就不一样了，当时德国人算出来的结果说原子弹不能成功，但是美国最后成功了。这是一个history，还有一个很重要的时间是1948年，这是改变人类的，最主要的moment（时间点），Transistor（晶体管）的发明！这是非常重要的。在发明晶体管中起非常重要作用的一个人是巴丁，巴丁得过两次诺贝尔奖。巴丁的第二个诺贝尔奖和L·N·库珀、J·R·施里弗一起被授予的，因为他们三人在1957年提出的低温超导理论(BCS理论)，这个理论和巴丁第一次获得诺贝尔奖的理论没有什么联系——在同一领域(固态理论)中，一个人两次获得诺贝尔奖，历史上还是第一次。

我给大家讲讲这个超导理论，据我所知，在学生时代就得了诺贝

尔奖的只有施里弗。施里弗有很多故事，他非常能干，研究生的时候就得了诺贝尔奖，我看看在座的有没有谁有这个luck（幸运）。当研究生就得诺贝尔奖，当然是需要老师带了，他老师也是诺贝尔奖的获得者，把他带到一个课题。据说当时Cooper（库珀）造出一个cooper pair，cooper pair跟超导理论很有关系，施里弗当学生的时候就把其中的一个问题给解出来。据说当时巴丁在夏威夷休假，施里弗给他打电话说，这个问题我好像解出来了。巴丁当天就fly back（飞回来了），写出一篇文章，这篇文章就是BCS theory (超导理论)。这个故事告诉我们说：做老师的，当学生做好工作的时候，不要休息，回来，帮同学把文章一起写出来。

不过施里弗年纪大的时候做了一件错事，有一次年纪大了喝酒开车，撞了人，被关了两年。诺贝尔奖得主被关两年，当然现在已经出来了，这在中国是很难想象的，不过他真的撞死人了。这是sad story，it is not important，大家尽量不要提。First Nuclear explosion发生在俄国，大家都知道那是一场巨大的灾难，现在日本又发生了类似的问题。当然俄国那次的问题更加严重！

还有一个很有意思的，1993年的world wide web，world wide web是谁support的知道吗？最早的时候他们就想把各地的internet连在一起，最早的internet connection就是UCLA的一些教授想和bogen（没听清）的一些教授talk，实现研究的double support，很有意思。

还有一个，我去discovery看，没包括这个，我感觉他们错了，所以我要加一条，我现在最喜欢的就是Iphone——因为怕上课的时候人家打我电话，把Iphone放我包里面了。这是miracle的Steve Jobs，他是一个天才。The iPhone is a line of Internet and multimedia-enabled smartphones designed and marketed by Apple Inc。2007年1月9号，iphone宣布unveiled（揭幕），最后released on June 29, 2007（2007年6月29号发布）。我等会儿还会讲，创新需要一些天才，创新需要不同的观点。像北大这样的大学，需要一些创新人才，需要引领社会。史蒂夫·乔布斯是引领工业界的人，大家现在很担心他

的身体。斯蒂文得过癌症，如果他万一怎么样，对苹果还是有一些压力的。但是他做得非常好。

现在这个好像有点往上走了，我讲了那么多，就是要引出一个问题。李约瑟有一个难题：为什么在公元前一世纪到公元16世纪，中国在科学技术方面的发达程度远远超过同世纪的欧洲，如果那时候设诺贝尔奖的话，各项得主就会毫无一例地全都属于中国人；但到近代中国的技术却落后了。毕竟从公元六世纪到17世纪初，在世界重大科技成果中，中国所占的比例在54%以上，除了四大发明，领先于世界科学发明的发现有一百多种，而到了十九世纪却降到为0.4%。这不是我讲的，是我在网上抄的。问题是为什么近代技术没有在中国，而是在西方、特别是在文艺复兴以后的欧洲产生和发展？

这里列举了美国工程院选出的对上个世纪贡献最大的20项工程技术。我给大家念一念，大家看有没有漏了的，如果有漏了的话，可以举手告诉我。

1.Electrification，这是传输电，电气化；

2.Automobile，汽车；

3.Airplane；

4.Water Supply and Distribution，如果没有水的话，你早上起来就有问题了。我告诉你，做水的人不是20世纪才有的事情，500年前达芬奇就已经设想过了——达芬奇最早的漫画画的就是水，因为他是一个地下水的水工。我上回做过一次讲演，就是关于达芬奇的艺术和他的工程贡献的。

5. Electronics ，电子；

6.Radio and Television；

7.Agriculture Mechanization，农业机械，这个也很重要——大家如果去国外的话，就会发现一个人要管很大的一片土地，上千亩；

8.Computers

9.Telephone，

10.Air Conditioning and Refrigeration

11.Highways，现在中国的告诉公路里程加在一起是不是已经超过美国了，我不知道最新的数据。

12.Spacecraft，阿波罗

13.Internet

14.Imaging，大家到医院检查，没有image根本没法生活。

15.Household Appliances，家用电器这类的

16.Health Technologies，这个有很多，在此就不列举了

17.Petroleum and Petrochemical Technologies，石油和石化技术，我们现在所有的能源基本都是fissile edge，占到70%、80%甚至更多。

18.Laser and Fiber Optical，激光，Fiber Optical光纤，

19.Nuclear Technologies，这个问题现在大家都很担心，大家等一会再讨论。

20.High-performance Materials

有没有什么补充的？

我想引出这样一个问题出来：我们主要使用的现代工业产品和现代技术发展中，有多少是中国人发明的？上面提到的这些核心产品、核心技术，我们有没有？我们的创新在哪？我们经常说，我们中国的工学很好，技术很好，制造很好。但实际上，我们在技术创新上很少，不仅仅是二十世纪的这些最伟大的技术发明，在17、18、19、

20世纪我们的技术创新也很少。

不过不要担心，我们在发展经济在发展，国力在发展，we have our choices。最近，我们中国有两件事情振动了世界。

第一件事是2010年中国十大科技奖，中国天河一号系统成为全球最快的超级计算机。新闻媒体报告称“中国速度惊动美国：奥巴马讲话提到天河一号计算机”。正好我最近去参观了这套系统——因为要跟他们合作，想用他的计算创造一个世界的记录算东西，我上个星期跑到它所在的天津国家超级计算机中心去实地考察了一番。确实很辉煌！看这张图，大概五六百平方米的一个空间，非常大的一个计算机。这个计算机在天津国家超级计算机中心，超过了美国橡树岭实验室的 Cary XT5“Jaguar”（Jaguar是美洲豹的意思），夺得世界上TOP500超级计算机桂冠。TOP500超级计算机每年6月份和12月份排两次，它这个名次是去年排的。今年六月份估计还是它，今年12月份我就不知道。因为美国有一台新的计算机要出来了，它也许还可以坚持一年，但是计算机永远在前进。它们是国防科技大学研究的，运算速度每秒2.57千亿次，而美洲豹是1.75千亿次。很有意思的是它有7168个服务器，每个服务器上都配备了双至强X5670处理器。学计算机的听得很舒服，学其他的人就会云里来雾里去了，就告诉你，这是很快的计算机。很有意思，他用了最新的GPU。我们以前叫CPU，现在叫GPU。GPU的算法上也不一样，尤其是他们自己找到的，很有意思的是这个东西，交换器，这是他们独创的，有很多创新的东西在里面。

我们看看美国唐加拉，这是我的一个朋友，我在美国的时候跟他就认识。他说中国天河一号将一度位列第一的美洲虎超级计算机远远地甩在身后。美国弗吉尼亚理工学院一位计算机专家称，这意味着美国在这一技术领域的支配权已经动摇。这甚至可能会对美国经济前景产生冲击性影响。他又说全球衍生运算最快超级计算机竞争与国家荣誉密切相关。因为这种超级计算机在处理与国家利益密切相关的国防、经济、能源、财政、科学等领域发挥着巨大的作用。虽然天河一号主要采用美国公司生产的处理器（我们还有些处理器是它们生产

的），但其内部互联技术是中国超级计算机系统独到的成功之处，这种互联技术比其它超级计算机快两倍，是世界最先进技术。我们还是会慢慢的，我们的创新，我们的技术随着国力的提升会回来。

第二个例子我要告诉大家，大家不要担心，是我们的磁悬浮，我们的快速列车。这是最近排的，全世界最快的，它是排第一名，排第三名的是天津到北京的。还有一个，我们的京沪高铁要全线通车，很快，据说时速350km/h，这是一个地市性的——这是我们去年，2010年全国十大新闻里面的一个。那个是第一性的，这是地市性的。非常厉害。看看奥巴马怎么回应的，奥巴马说to invest in education, innovation to beat India, China（要在教育和创新上投资以击败中国和印度）。他已经担心你了，以前人家都不担心你，现在人家要跟你compete（竞争）了。

我给大家讲个笑话，我看大家都很紧张，不要紧张。美国能源部部长那天到北大做讲演，我们就给他报告我们的能源研究——因为之前，他的秘书给我打电话说，希望来北大做些研究，所以我们跟他报告我们的能源进程。我们有个学生报告得很好，讲完以后他就问我们的学生：他说你们跟清华有没有竞争？当时我们那个学生呆住了，这么高职的人，怎么问我们跟清华的竞争问题呢？我们的同学就不敢回答。他接着说竞争是好事情，竞争使得你前进。很多东西是pier prison，很多创新是相互之间的竞争，如果是良性竞争是好事情。我们有个教授就开玩笑，我们北大要节能，最好的办法以后就把我们的计算机服务器安到清华去，这样我们就节能了。当然这是开玩笑，当时大家都笑了。他说北大清华谁节能最好，他说计算机服务器安放在清华，因为很近，这是开玩笑的话。

我们再看看中国，2010年度，全球最具创新产业50名，我只拿出25名给大家看。我也告诉大家我们跟人家的差距有多大，苹果第一名，Google第二名。我用了两天时间访问了苹果和Google，一天访问苹果，第二天跑到Google参观，当时这两家公司就给我很强的感觉，他们是不一样的！我等会儿会告诉大家他们之间的difference（不同）。还有Microsoft，IBM，这是前四名。Toyota第5，Amazon第

六，Amazon是干什么的？卖书的，LG，很荣幸，比亚迪上去了，其它就没了——前十二个都是美国的。当然可能美国的商业周刊排它们的多一点，我记得南方排大学，经常把北大排得不怎么样，我想我们可以打造我们中国的商业周刊，是不是可以排一排，将中国的企业排得多一些。但总体来说，to be fair，apple的iphone出来以后，使得很多公司都处于困难的境界，是不是这样。所以它还有很多的核心技术。比亚迪能进来，我非常高兴。但总体来说，我们跟人家的差距还是很大的。我跟大家讲一个理念。差别在什么地方？我国是一个制造大国，工业生产占总国民经济的一半以上，中国制造业占世界的15%以上，制造业对我国出口的贡献在70%以上，轻重工业比3：7。所以表明我国的重工业占了很大的比例，但是我们不是一个制造强国。

我可以跟大家讲，我们国家的两万多家企业，有研发机构仅占25%，有研发活动仅占30%。我跟大家讲，在美国，在西方的很多国家，有三类研究机构——大学做基础研究；国家实验室、很多研究机构是做中间层面的研究；企业也有很多研究机构，做面向市场的应用研究。著名的Bell Labs（贝尔实验室）就是美国的，它是得诺贝尔奖最多的一个实验室。我当时在IBM工作时，就是在它的华盛顿研究所，这个研究所做研究的员工接近三千名。它在研发上的investment（投资）占总销售量的6%——它当时的销售额大概有一百个billion美元，也就是说当时它的销售额是一年七千亿人民币。它拿出来6%做研发，也就是60亿美元做研发，投资力度是相当大的。

我国有大中小型研究开发只有销售的0.39%，即使高薪的技术也只有0.6%，这个比例还不到发达国家的10%。我国专利申请书已位居世界第一，但发明的专利只排世界第16。还有我们尊重的专利问题，中国的品牌问题等，我们的品牌综合来说还很长一段路要走的。毫无疑问，作为制造大国的中国已经成为全球经济增长重要发动机。但中国制造，缺乏自己的国际品牌，是全球的产业链流血流汗最多的一环。在面临国际贸易条件不断恶化，环境和能源挑战日益严峻等困境，中国制造所面临的内部困境，核心的原因仍然是缺乏自主创新能力。

当时薄熙来有一句话，大家可能听说过，“12亿件的衬衣才能换回一架波音386”。这个现象说明，我们要改变低技术含量、低成本、薄利润、低端传统的中国制造模式，我们要实现从中国制造到中国创造的转变，从制造大国到制造强国的转变。也就是最近这一次开会讲到的发展模式的改变。我希望在座的同学们把创新和技术发展放在自己的心里。我刚才走了一圈，我发现一半是文科同学。实际上创造制造里面文科同学是很重要的，为什么呢？在于管理。这里有历史的同学，我跟历史的同学开玩笑，我说技术发展很重要，你要做考古的话，高技术也可以帮助你做更好的考古、更加精确的定位，indentify（辨别）是哪一年发生的事情。我还可以告诉大家，美国国家工程院中有14个跟大家有关的，跟你念文科，跟你念理科，跟你念医学，跟你念管理没有关系，是change your life这个东西。我讲几个例子。

一、比如大家说的航空航天，我是做航空航天的。一个是负载重量，40年前送阿波罗上天的土星型火箭，发收卫星是低轨道，最大重量139吨，俄罗斯105吨，欧洲革新以后发射同步轨道最大重量12吨，最低轨道，最大重量达数十吨，也就是跟这个差不多。我们现在大概到25吨左右，这个是发射重量，如果是要发射到空间站去，发射重量就会更加重。包括我们现在的长征2F，我们当然会有很大的改变，长征5也会有很大的改变。

二、控制技术。最近嫦娥二号，2010年10月发射的，这个很有意思，大概在38万公里。2号比1号有八大改进，我就不具体讲了。大家看看美国1997年发射的土卫六·卡西尼号。首先飞往太阳系内层的金星，借助金星引力，两次加速，然后飞往地球；再借地球加速，飞往木星；再借木星加速，最后飞往目的地土星。曾经有这样的一个比喻登火星的难度：从纽约打高尔夫球到伦敦，一杆进洞，这个很难。大家都知道，这个叫deep impact。我当时就在Johns Hopkins念书，我都不太相信它说的事。

三、另一个我要讲的体现美国近年在航空控制方面技术水平的是2005年的“深度撞击计划”，其目标是登陆距地球1.3亿公里以外，直

径仅为六公里的普探二号慧星。我们有同志把它比喻成，“从130公里之外击中一只苍蝇的眼睛”，那么你就必须要有那么好的控制，所以我们的这个技术还要继续发展。这次嫦娥二号是2010年中国十大科技竞赛第一，这说明我们的实力在往上升。

四、还要讲飞机，我做飞机的，我可以跟大家介绍一下。这个是波音787，目前的水平。这是我们的ARG21，这是我们最近在广州展览的C919，很有意思。整个飞机的乘号很有意思，大家坐飞机的时候都知道波音是717、727、737、747、757、767、777、787，美国B带头，他们是A带头：A 320、A 330、A 350、A 380。我们用c打头，9开始，比他们都大：我们一开始就是919，这是我们的飞机，当时是开玩笑。确实序号里面很有意思，ABC，最后我们是C，C用了以后，3和7都用完了，我们就用9。大家看见了，这个787的飞机，我跟大家讲，787的翅膀，大家有机会用Google或者百度去看一下，飞上去的，这个翅膀的设计真的很漂亮。我感觉它的设计，应该比其它的要漂亮。380的载重量很多，因为它是两层楼。

我有个比喻，这个比喻不见得很恰当，我感觉开787的感觉就像开奔驰、bmw的感觉，开其它的就像开大卡车的感觉。这个比喻可能不太恰当。但是从空气动力学的角度，我感觉波音787的机翼设计非常好，当然了，我们也希望我们的设计能达到它的那个水平。但是我们的飞机跟它还是有差距的：我们的飞机是C919，150人座，150吨起飞重量；波音787能坐300个人，AL84就更大了，它的起飞重量大概360吨左右。所以整体来讲，我们的飞机在材料、发动机、外型设计、机载的系统等方面跟它们比还有比较大的差距。

我再给你讲一个例子吧。我们北大最好的是基础理论，我原来是力学系毕业的。北大的数学很强；物理很强，统计物理；电子也很好。当初我们的王选教授、石青云教授，还有很多北大做C37的教授都是当时数理系出来的，所以北大的数学是很强的。数学很重要的一个应用就是模拟与设计的飞机整个外形：如何让它阻力来得小，升力来得大，如何让飞机飞行中比较有稳定性。整个飞机完全可以放在计算机中模拟、由计算机把它设计出来，这也是我们现在通过既基础理

论在做的事情。据报道，波音777就是首先是在计算机设计，然后修改制造的。因此，我们学的流体力学、计算方法、计算机技术等确实对社会的创新有很大的作用。

我再来讲一讲苹果公司的例子。我去苹果待了一天，我在斯坦福大学待了十多天。苹果在商业周刊连续六年被选为全球最具创新力企业50强，在2009年、2010年，力压Google、Microsoft占据首位。我跟大家讲讲我对苹果与Google的印象。Google是非常有创新精神，但你走进Google会发现大家各干各的，什么感觉呢？就好像大马路上有各种马自己走自己的，但总体上还朝一个方向在走。在Google，每一个人都很有创新性，它给每个人很大的自由度，可以骑着自行车在里面乱转。当时我去Google，印象很深刻还有一件事就是：我进去以后，接待的人让我看Google earth，那时候他们才刚开始做，我说我要看北大，他们就给我展现了北大的地图，还是三维的，给我的印象很深刻。我们北大现在也有人在搞，也会搞出这种digital earth（数字地图），我们也会有这样的技术。言归正传，Google给我的感觉就是，强调每一个individual（个人）的创新精神。苹果呢？正好反过来，它的企业文化跟史蒂文·乔布斯的理念有很大的关系。它是custom base design（用户导向设计）。为什么我喜欢苹果，我告诉大家，以前我们拿的计算机、电话、手机都是学计算科学的人设计出来的。我总有一种感觉，我们学机械工程、做设计的人，根本没有说话的余地。苹果的手机正好反过来，它是design based，custom based（设计导向、用户导向），他心里想到的是大家应用什么，然后再回过头来设计。就是我刚才讲的：它是消费导向产品，产品本原思考创新，一切倒过来做，内身心创新，不简单重复。前天我跟苹果的一个老总在一起聊天，发现苹果非常重视工程师，就像大学里最重视的是教授，而不是像我这样当院长的；他们每次开会的时候，最前面位置都是留给最重要的工程师。这反映出他对核心技术的重视，反应出他对创新的重视。我感觉为什么苹果做得那么好，也是有它的原因，这或许就是它的原因。所以我感觉这一点非常好，重视核心的创新，重视教授的贡献，是值得我们学习的：在大学里要重视核心的力量。

另一个要跟大家介绍的，是我的老东家IBM。IBM在创新上连续

18年都做得很好，专利是最多的。这是2010年申请专利数排名前十的公司，包括IBM、三星、微软、日本佳能、日本松下、日本东芝、日本索尼、英特尔、韩国LG和惠普5896。这里面好像还没有我们中国的企业，但中国专利实际上现在也很多，不过最多不是最强，还需要中国企业继续努力。

这里说2003-2009年，中国专利总量增长26.1%，而最接近的竞争对手美国，其年增量只有5.5%。按照这一世界第一的增速，成为专利总量的世界第一，只是一个时间的问题。不过，在数量世界第一的同时，自主的发明专利，尤其是核心发明专利的数量偏少，还是我国科技竞争力的软肋，这个还需要我们进一步加强。中国现在的专利申请真的不错，但是跟apple、google这样的企业比，还是有距离的。

英特尔，我就不具体讲了。英特尔大家都很熟，我也去看过。大家都知道还有个公司叫AMD，我个人感觉，Intel还是有它领先的地方：综合实力很强，市场份额很大。最近它推出了Multi-Core 技术、云计算（Cloud Computing）等，其发展是非常好的。

不过，在此我想讲讲中国的一个很有意思的公司。中国最近的发展也很不错，刚才讲了比亚迪，华为等都是在深圳的。华为也是很有创新精神，2010年全球500强，作为中国民营企业的华为首次上榜，它排到了397，这个是很不错的。我刚才看见了，美国知名商业媒体Fast Company日前评出了2010年最具创新力公司，华为紧随Facebook、Amazon、苹果和Google位列第五。还有一个就是2009年，华为荣获美国著名科技杂志《研究与发展》颁发的R&D 100 Award。有人说R&D 100 Award被誉为科技界的“创新奥斯卡奖”，不过我觉得这个有些夸大，这一奖项我自己就拿过两次。不过这也说明，当前中国开始有企业向世界很重要的research & development奖项冲刺——这个奖项一年评一次，在全世界评一百个企业。这就是说我们的创新能力在不断提高，是可以跟世界同步竞争的。在此，说一些题外话，华为的研发投资很大，每年投入研发费用不低于销售额的10%，是超过IBM的（IBM好像是6%-7%左右）。

还有，我想跟大家讲一讲，中国的创新之路到底在什么地方？我们要想真正要把产品做出来，真正希望我们最后能在20项里面有东西，就要在五个因素创新。

第一、我认为要有基础性研究和应用研究，这是我们大学的根本。大学研究生不仅要做基础研究，还要做些应用开发；研究机构，要中式工程化，成果展化；企业孵化。我为什么这么讲，我感觉研究应该有分工。我在美国待了二十多年，我就发现他们的分工非常明确。美国的大学，教授和学生，做的就是基础创新，他们不会去做太多的产学研究，为什么我们现在的大学要去做产学研究呢？因为我们企业的研发能力实在太弱了，就把这个部分给了科学院和大学一起做。我个人感觉，最后还应该把它separate（独立开），大学应该还起它本来创新的根本——大学应该做基础研究，应该做应用开发。最早的原始模型，应该是national lab、科学院等很多机构去做的，比如说我们的石油公司所在的研究院。企业应该着重的商业化生产技术扩散，但实际上也并不完全是这样。IBM、bell lab（贝尔实验室）都有非常好的研究能力。bell lab有很多得诺贝尔奖的，IBM大家都知道，超导使他们得了诺贝尔奖，所以有很多好的工程师。这个就不讲了。

我们要创新，我个人感觉还要抓住四个东西。

一、是支撑要素。

二、是动力要素，主要是人才。

三、是控制人才，主要是机制。

四、讲技术和产品是创新和服务对象。

我跟大家讲一讲，我们国家现在提倡什么？官产学园，或者叫政产学园，政府主导的创新活动。这里实际上有四个因素在里面，包括体制、人才、资金、还有你的思维。刚才讲基础研究，应用开发；中式成果转化及企业孵化，商业的生产，技术扩散；到最后的技术与产品，要形成一条链。

在此，我就讲讲这其中一些问题和我的一些建议。比如说我们现在的主体有形链不完整。刚才讲的那个链条就是有形是不完整：缺失很多环节，或者是参与的未发挥已有作用。它的对策应该是比较合理的布局——按照科学规划，合理布局的创新链。我用下步来引导，以应用为导向，组建无形链，这里想主要跟大家探讨一下创新团队和个体的问题。我们现在国内的科研，包括我们北大，很多都是单位的一个大研究教授，下面带三四个教授团队；我们很多学员都实行PI制度，PI下面还有很多。这是我们的中国特色。而在美国大学更强调individual（个人）。美国大学强调，每一个教授下边有一些学生post（英文51：10）。这点两者是不一样的，到底哪一个好，哪一个坏，我不知道，但肯定是不一样的。我个人感觉，美国更强调个人的创新，而我们强调group（团队）的力量。不过我有点担心，group这种形式是不是能够发挥个体的创造力。为什么呢？我们现在去竞争的项目都是些很大的项目，从某种角度来讲，这个稍微浮躁了一点。

第二、我个人感觉我们现在的这个支撑要素，就是资金与设备，资金总体的投入比较单一。比如说美国的投入，我发现它投入很散：NIH、 DARPA、国家基金会都会有投入。国防部做了几件很有意思的事情。GPS是它投资做的，刚才讲的因特网也是它投资做的。它为什么做这个呢？它比较愿意投一些比较有风险的项目，要创新就会有风险。上大学，做论文也是这样的。在座的要做大题目，你想一举成名也不是很容易。我知道有的老师喜欢学生写一些大的文章，但是我感觉你也要脚踏实地。。我的研究生老板是周培源，我们当初的校长；我博士后的老板是Cracker，他是美国科学院士，他的老板是谁呢？他博士后的老板是爱因斯坦。他就跟我讲，你做研究，一定要沉下心来，一个人去做。他告诉我，写文章一辈子真正被人记住的没有几篇。所以，我告诉大家，既要有伟大的理念，我要写出好的文章；也要脚踏实地。这个比喻可能不太恰当——就像你吃饭一样，你整天吃肉，你吃不起；整天吃饭，你也不行。所以，他告诉我，你做科研，要学会有面包，也要有butter。做研究一定是这样的，大家都是研究生，我感觉研究每天都沉在低谷之中。有人告诉我研究永远是exciting（兴奋）、很高兴，我感觉我做到现在也没有这个感觉。我

总感觉每天在苦思冥想之中，真正得到了也就高兴一天，又回去找另一个问题了。所以，我感觉时间如果加在一起的话，做研究，苦思冥想的时间永远大于我高兴的时间。但是，真正的科学家就追求你的贡献，追求你那一次的spike。所以，写文章既要写大文章，小文章也要写。

北大有的单位还有任务要求，我个人感觉，你应该必须动手快，凡是能干的人，都是动手快的人。在座的接受我这句建议，你要有好的东西，别丢了。有的人说这个不成样子，我不去写，那是最吃亏的，做了以后不写出来，永远吃亏。对你是小问题，不等于对人家是小问题。我给大家举一个例子，我以前写过一篇文章，现在cite（引用）了五百次，我最多的一篇文章是1700次。我送的时候，我的同事告诉我，这篇文章别送了，没多大意思。我就跟他讲：这篇文章对你也许没意思，对人家可能就有意思了。最后还是在我的坚持下把文章送出去，然后突然发现所有人都在想这个问题，每个人都去写，一下就变成了一个重要的工作。我跟大家讲，你想到了一个成果，不见得很大，有的时候先把它记下来，写出来。不要总是想承担大工作，小工作里面是大家共同关心的问题，也许就变成了大问题。我讲多了，我就不讲这些了。

第三、人才，人才我就讲一讲我感兴趣的问题，到底要多少hands-on，就是动手能力。北大的同学，基本上在理论上做得很好，数理化都做得很好，实验也做得很好。但是我个人感觉还要加强动手能力，尤其是我们学工学的更要加强，这也是我们跟其他学校不一样的地方。我给大家举一个例子，我发现动手能力是很有意思，它对培养你的自信心很有帮助。

我在Johns Hopkins做系主任的时候，当时美国有个大学生的汽车竞赛，什么意思呢？大学生自己造一辆汽车出来去比速度，那个一般都是美国很大的工学院的学生去参加的。有一年我的学生就跑来问我要钱，他说陈教授我们希望去比赛，希望能给钱，我们自己造一台；我说多少钱，他就说大概三万美元左右；我说买一辆车也就三万，你自己造也三万（三万在美国能买到很好的汽车了）。他说“我

们要造！”，然后我就给他钱，他们真的自己造了。第一年造了什么呢？一辆汽车，前面两个轮胎，后面两个轮胎，后面再架个架子。车上所有的零件都是买来的，他们做的事情实际上就就是组装、把它搭起来，在校园里逛来逛去。去比赛了，把车开到跑道，刚一启动，汽车死了，根本不能参加比赛。回来后，同样是这帮学生，再接再厉，第二年能参加比赛了；第三年，成绩还不错。然后把这个汽车一代一代传下去，最后把这个汽车变成了历史文物，就放在我们的学院里面。我最近回去看了一下，发现他们最近又开始做船了。

所以，hands-on是培养大家真正动手。我告诉大家，今天也可以宣布，我跟工学院商量，要鼓励大家去设计，我们准备在学校里面搞一个创新设计大赛。你做任何产品，我们找评委，评出来我们给大奖，培养整个北大学生的创新能力。如果你的东西造出设备以后，比如你创造一个扫地的东西，往地下一扔，就把打扫卫生的问题给解决了。当然我们就有问题了，很多保洁员就面临失业的问题了。日本就有这样的一个东西，往地上一扔，吸尘器就自动把房间扫得干干净净。美国还有一个比赛，造一辆无人驾驶汽车，在沙漠里转了一圈回来，你告诉他你帮我找一个东西，它就根据GPS，没人开，自己出去，到沙漠里转一圈，按照轨道走回来，所有控制都是汽车自己。

当然这个投资有点大，我就希望大家想一些小东西，我已经找到赞助的企业，他们都来做，希望在校园里有一些创新设计的文化。尤其是研究生，我感觉还是可以做一些东西的。我个人感觉要hands-on，这个就不讲了。

给大家看一张图，大家看了之后可能会有点不高兴。武书连最近做了一个37所研究院大学研究的创新环境排名，我们在这，是排第三。他是怎么排的呢？above average ，average是1，你超过了给你加分，最后我们排到了1.9148。不管怎么样，这还是说明至少我们的创新环境还一直在加强。我给大家讲一讲，那美国的研究生，创新环境到底怎么样，我不讲中国，大家都知道中国的创新环境。我经常讲，大家有没有观察过，我们很多同学，我表扬在座的在国内念书的，我也是在国内念书的，所以我有这个说话的权利。

我感觉we should open door（我们应该打开门），他愿意走就走，但我相信现在北大的研究生培养是非常好的，我们可以培养世界一流的研究生，我们可以培养世界一流的创新人才。看看人家是怎么培养的，我们跟人家比还是有不同的。如果有差距的话我们必须要做一些修正，比如说研究生来源，像美国的研究生来源第一中国、第二印度、第三是外国人。还有很多实际上大家不知道，巴基斯坦、伊朗，伊朗实际上是非常优秀的；还有希腊，希腊非常多，伊朗人非常多，尤其是念工程，念科学的非常多。所以他们很divisive。美国研究生的来源和选拔，就决定了它是一个交叉的、多文化的，所以它的交叉比较好。我在以前的办公室里美国人、中国人、印度人坐在一起，我是希望慢慢的以后增加一些研究生，从世界招，当然我们已经在开展了，希望今后会造势这样的环境。

还有一个，我感觉美国人强调创新里有一条很重要，当然这是可以商榷。那就是我感觉他的研究生课程比我们要难。大家可以想一想，如果真的把研究生课开得很难，大家能不能接受。我给大家讲一个故事，是真实的事。当时我在Johns Hopkins，我们系里有一个教授水平非常高，我们系里最老的教授、水平最高的教授，就是上课上得很难，或者上不好。如果打分的话，他一定最低。为什么呢？他是学数学的，上课就是从头带尾函数，函数地写，非常刻苦，教课艺术也有问题。我当时从Los Alamos（洛斯阿拉莫斯）过去，我说能不能把他撤了，换个老师讲课。绝大多数教授的看法说：不能撤，我们就是要我们的学生，接受这种很严格的训练。要我们学生接受这种特别的、他不太容易接受的基础训练，这也许正好是他们的特色，所以他们非常强调基础的教务。我作过一个调查，我把所有工学院出去的学生叫回来跟他们讨论。从国外回来的、我的学生说他在美国研究的课程比我们要难得多。所以，大家可以思考一下。也许我们从创新源头上、从基础上要想一想这个问题。还有一个美国的研究生课程安排非常跨学科，比如Johns Hopkins，它是美国研究生教育的发源地。当然，大家都知道美国本科生教育是从哈佛开始，但是美国的研究生教育最早是从Johns Hopkins开始，并且是从德国转过来的，所以整个美国研究生教育是德式的教育。

在Johns Hopkins，研究生的跨学科是怎么排的呢？每个学生一定要到外系去学几门基础方面的课。你的考试委员会的5个成员中，一般的考试一定要三个人是外系的，两个人是本系的，这有点极端。比如我们学生物运行工程的，要去找材料专业找人当你的考试老师。他会用他的问题来问，就考你一般的知识。答辩委员会也是五个人，也至少有三个人是外系的。他就强调你对整个能力的掌握，我感觉这个很有特点。当然在涉及研究生教育的科研能力提高、教育开放化和国际化的三个方面，我个人感觉，Johns Hopkins在国际化方面做得非常好，当然我们研究生院现在也做得不错。我们是希望每个学生都出去一段时间，在Johns Hopkins实际上也是希望学生到其他地方去。

还有一个导师的作用，我想跟大家讲一讲。我个人感觉创新能力的培养，最后研究生做的成果好坏，最重要的是导师。导师他对理论的理解，导师帮你选题的好坏，决定了你今后能站多高。我希望大家在选题的时候，尽量地和老师深入地讨论，最好是能做导师最关心的问题。我告诉大家，我在美国做教授的时候，基本上每天两次去我学生的办公室，一起折腾。所以我希望在座的同学多和导师交流，得到导师的指导，我感觉这个非常重要。

我最后还想谈一谈创新的环境，我们现在有个说法叫土壤，到底是很好的土壤还是很干瘪的、无法生长的土壤？李克强有句话叫着力营造激励创新的制度环境。这个土壤里面包括一个文化的东西。我们中国人的文化里面，我感觉还是有值得思考的地方。我也做过调查，大家在座的都知道，诺贝尔奖获得者如果按民族算的话，犹太人最多；按国别算，美国人最多。我为这个问题跟我的导师探讨，他就是犹太人，我问他为什么犹太人得了那么多的诺贝尔奖。他说犹太人在文化上喜欢创新。为什么这么说呢？犹太教是很好辩的一个宗教，犹太人也是一个很好争辩的民族。他说他小时候进教会，就会被主教问：“你听了以后有什么不同的意见？”，你一说不同意见，就会被告知这个意见是错的，你又觉得自己是正确的，那然后大家就开始辩论了。

我有一个朋友是犹太人，他孩子放学回来，他首先问的是你今天给老师提的什么问题，你今天有没有跟同学讨论。他们是问这样的问题，我们的孩子回来，我们首先问什么问题？——今天听老师话了吗？所以，我感觉我们文化里需要做一些调整。我们这里的家庭教育就是要听老师话。当然，听老师的话不是坏事情，但我们要不断地修正这个东西，要有创新的文化在里面。我从美国已经回来六年了，我个人感觉我们国内的硬环境，也就是物质环境，包括研究经费、管理体制等，跟国外没有太大区别。我算过，在美国好的大学，也就是前五十名学校的教授，人均一年的经费大概接近50万美元左右。那我们的教授达到多少呢？大概是一百万人民币。但是我们的研究生，我们的其他费用，是不需要教授自己出钱的，加在一起，我感觉我们教授的研究经费跟国外是差不多的，或者说已经接近那个数字了。但是我们的软环境、我们的弹性研究方向和评价体系等方面还有待加强。最近有人写关于这方面的文章，具体的有很多的讨论，我再次就不赘述了，总之，我个人感觉这方面我们还有增长的空间。

另外在创新中很重要的一条，就是美国的Peer Pressure（同伴的压力）很大，这一条我要特别强调。什么叫Peer Pressure？你进了一个好大学以后，你看你周围的教师做得很好，你自然也会逼着自己做好；你做得好了以后，也会逼着他做得更好。我个人感受，研究生时期，大家互助合作，再加上Peer Pressure，这对我们创新是有好处的。

最后我给大家讲一讲，今后创新的方向在什么地方，影响我们这个世纪的14大技术发展方向，是美国 NAE（National Academy of Engineering，美国工程院）定下来的。美国NAE说：“Throughout human history, engineering has driven the advance of civilization.”，意思是说“纵观人类历史，工程师推动了文明的进步”。这个观点，科学家可能不同意，社会学家可能也不同意，civilization（文明）完全由工程师创造，这个好像有点过分，但是原谅他们，因为他们是学工程。The US National Academy of Engineering has identified

14 grand challenges for engineering in the 21st century.意思是说美国国家工程院已经确定了21世纪的14项工程大挑战。我刚才给大家讲了20个上一个世纪的最伟大的技术，还有更早的，现在来看看这个世纪技术发展的方向。

一、太阳能，在座的有没有做太阳能的，这个跟材料专业是相关。大家想一想太阳照在地球上的能量，只要我们用到了1/10000就可以保证人类的能量需求。所以太阳能是很重要的能源，我就不具体他的重要性了。这是北大的研究，我们北大有很多院系在做Solar Energy（太阳能）的研究：化学学院、物理学院、工学院、还有信息学院等。比如说北大的化学学院的邹老师就是做太阳能研究的，他就做得很好。他是做Wire-Shaped Flexible（太阳能薄膜）的，他们做的太阳能薄膜是可以变形的，可以铺在任何的地方，虽然太阳能的转化率低了些，但是却是目前世界上做得最好的太阳能薄膜。物理学院赵老师团队的成果已经产业化了，Patented in China（在国内申请了专利）。第三是工学院的王东老师和余老师的group（团队），他们的太阳能薄膜是世界上太阳能转化率纪录的保持者，21.1%。他们的设计思想就是太阳能可以聚光，通过一定的手段将太阳能聚到一块太阳能薄上，这样可以把这个能量都吸收了。他们做到了21.1%，在回来工学院之前就已经在美国得了大奖。

总之，这个世纪的第一个，也是最重要的技术发展方向就是如何把太阳能利用好。大家知道能源fossil energy（化石能源）不太好，会产生二氧化碳等等。

二、Provide energy from fusion（从聚变中获取能量）。北大物理学院跟工学院都能做，物理学院做Inertial Confined Fusion（惯性约束聚变），工学院跟九院一起做magnetic confinement fusion（磁约束聚变）。If you have a laptop computer, its battery probably contains the metallic element lithium. In theory, the lithium in that battery could supply your household electricity needs for 15 years.意思就是说你的笔记本电脑的锂电池如果真正聚变完全的话，其释放出来的能量，在理论上能满足你全家15年的能量需求。那就说明

fusion（聚变）是很重要的一个技术。Fusion，是现在整个世界都很关心的问题，大家也很关心fusion是不是很safe（安全）。不过Fusion本身很难实现，只要外部条件不适宜，它自己就停止，相比核能，fusion会更安全一点。这是世界的发展，这个是美国的发展，这里是我们国内的，2020中国要成为点火种子，要做fusion。如果fusion能做成功，再加上现在的fission（裂变），就可以把核燃料非常充分地利用。所以这个fusion（聚变）是大家公认的下一代的技术。

三、二氧化碳埋存。大家都知道二氧化碳导致的温室效应，但是我们现在还是在用fossil fuels，煤、石油等。那怎么办？你要第一计划把二氧化碳分离出来，我看有学化学的；第二个计划是埋藏，有三个埋存方法。

第一是Photosynthesis，光合作用，吸收二氧化碳，但这个只能吸收一部分。

第二现在大家想埋在海底下，把二氧化碳收了以后，埋在海底下。但是埋在海底下，大家会担心它是不是稳定不稳定。如果哪一天海水一泡，台风一来，地震一震，就把海底下的东西都翻出来了，当然需要Cap rock integrity，就是和海底岩石溶为一体。

第三也是现在讨论比较多的，是把二氧化碳捕捉了以后把它放在地底下。石油开采了以后，有很多的空间；天然气开采了以后也有很大的空间，我们就把二氧化碳埋到那里面。我们有多人在做这个，这是大家公认的第三个最大的challenge（挑战）。我希望大家关心一下这个问题，尤其是理工科的同学。

当然这个技术发展和应用的最大问题是价格。不过现在各个国家都在尝试着做，荷兰、挪威都在北海埋，我们中国在北部埋。比如我们工学院这里跟中石油合作，在吉林油田已经在试了那么多的点。真的把二氧化碳给导进去，埋藏起来。但是这样也很危险，说不定那天封存二氧化碳的盖子被给撬了，二氧化碳跑出来，那将是毁灭性的。给大家讲一个发生在非洲的、真实的故事。是说有一次一个村庄的人突然全死亡了，大家都不知道是怎么回事，后来发现问题出在它的水

塘里面。那是一个很大的湖，里面发生了小地震，把下面藏了很久的不好气体都翻出来了，这个村庄正好建在湖边上，村里的人就被毒气毒死了。所以，二氧化碳的埋藏安全不安全？封的顶端，还有最后怎么封堵，这都是科学问题，在这里就不多讲了。

四、水。刚才讲的跟我自己都有关系，所以我比较喜欢讲，后边讲的跟我没多大关系，我就少讲些了。Where does our water supply come from? 我们的水从哪里来？现在世界上1 out of every 6 people living today do not have adequate access to water, 1/6的人饮水困难。 each day nearly 5,000 children worldwide die from diarrhea-related diseases,每天五千个孩子因为饮水不卫生死亡。那么最关键的是现在的技术是做什么呢？desalination，大家知道这个英文单词吗？脱盐水，用海水淡化。海水淡化技术现在是有的，reverse osmosis，就是反渗透技术；还有最近做得很热的nano-osmosis，纳米等渗透技术。但这两个用膜来做的技术现在价格都太高。大家知不知道世界这个技术做得最好的是哪儿？谁最缺乏，谁做得最好，这是规律。比如说沙特阿拉伯缺水，沙特阿拉伯的desalination做的就最好；以色列位于沙漠中，缺水，它的反渗透技术也是做的最好的。另外以色列没有能源，也没有油，它还有一个技术做得很好，那就是煤制油做得很好。事实一定是这样的，因为你需要这个技术来survive（生存）和发展。

但是总体来说desalination还是非常重要的技术。大家都说风场里面上电网很难，他电发出来有时候有，有时候没有，所以上电网就很难。我们最近在想能不能造一个大风场，最简单的就是海边造一个风场，这个风拿出来做什么用呢？就是做淡水。把风场建在可以在淡水的边上，你不需要把这个放到电网上面去。我相信下一步的技术发展就在这个地方！今天在座的哪位同学研究生毕业后想做企业的话，可以朝这个方向想一想。我不是开玩笑，是很认真地在讲这个问题。我最近见到一个人，36岁，他就是从回国就开始创业，做有关风能方面的创业，不到五年的时间就把企业做得非常大了的企业。他就很有思想，做的风能企业基本上是中国最大的。

这是第十四个，Engineer the tools of scientific discovery（设计科学发现的工具）。大家都知道有时候，我们需要工具来看很小的TM、SM，可以看日常纳米尺度的东西。这是在新墨西哥24个radio center，可以听天上的声音，天外的声音，这是非常大的科学、大计算机。还有这个image，三维的、立体的技术。大家都知道以前看立体的要戴眼镜，现在有很多屏幕大家都看见了，你不戴眼镜都可以看出是三维。但是现在我去看了，发现目前的实体三维image的深度还很薄，不是真正的三维的存在，但是利用眼睛的差距就能看出三维，用计算机也可以做到这样子，这也是一个非常重要的技术。

你如果站在这个地方可以完全想想，这是流体力学的东西，流动怎么样，这个行为怎么样就非常重要了。所以你要发明一些大的科学，这个跟我们上回王恩哥教授讲的有点类似，要做一些大的科学。

还有几个因为种种原因，我就简单在此列举出来

Manage the nitrogen cycle （氮循环），主要是农业生产引起的；

Restore and improve urban infrastructure（重建和改善城市基础设施），这主要是针美国，美国现在的建筑很差，因为很多都很旧的。

Advance health informatics （个人健康信息档案推进）、Engineer better medicines（更好的医药）、Reverse-engineer the brain（大脑工作原理），要了解人脑的工作机制、它是怎么运作的等。

Prevent nuclear terror（避免核灾难），我们现在的核灾难如何避免，这对我们人类的生存有很大的影响。

Secure cyberspace（安全的网络空间），这是对我们很重要，毕竟小则关乎个人隐私，大则是国家机密问题。

Enhance virtual reality（加强现实感），戴个眼镜就完全可以看

到：想象是完全真的！

还有Advance personalized learning（个性化学习），personalized learning我跟你解释是什么意思。我们从小上的课都是一模一样的，从小学、中学、大学，这个世上有没有一个技术是老师讲的时候是一样的，到你那就不一样。比如说有的人喜欢听的很仔细，有的同学听课的时候喜欢很跳跃，尽管老师讲课是一样的，但是通过这项技术，不同学生得到的信息就不一样，使得他是随着他的思维在学东西。

我的讲演基本上就到这里了，看看有没有时间交流一些问题，谢谢大家。

根据现场录音整理

附录

主讲人介绍

陈十一教授，北京大学研究生院院长、工学院院长、科学与工程计算中心主任；首批“千人计划获得者”，国家特聘专家，曾在美国Los Alamos国家实验室，IBM华生研究院，Johns Hopkins大学等任职。曾任长江学者特聘教授；美国Los Alamos国家实验室fellow；国家杰出青年基金(B)获得者，美国物理学会fellow，英国物理学会fellow,曾任Johns Hopkins 大学Alonzo G. Decker Jr. Chair in Engineering and Science和机械工程系系主任。两次获得美国研究和发展杂志年度100奖。多次获得美国国家实验室等杰出研究成就奖励。陈十一教授已发表科学论文170余篇，引用超过8000次，编写专著3部。担任国际《湍流杂志》主编，曾任中国《力学学报》主编，还任J. Computational Physics等10多个国际、国内杂志的副主编及编委等职务。陈教授的研究主要在湍流， 计算流体力学和微纳米流体力学。他的研究成果已被广泛应用于能源与环境工程、传热传质、燃烧与多相流动、地下渗流与电磁场模拟等各类工程问题中，并被飞机制造业、汽车公司与石油工业界广泛应用于设计中。